

English translation of the relevant portion of
Korean Patent Publication No. 98-76494

<English translation of claim 1, 5 and 8>

Claim 1. A receiver comprising a frequency error corrector for correcting the frequency error of a received signal transmitted by OFDM method, said frequency error corrector comprising:

attenuating means for decimating said received signal by a certain integer in order to attenuate the range of frequency offset estimation and then outputting said decimated signal;

compensating means for compensating the frequency offset of said received signal based on the first estimated frequency offset;

transforming means for performing FFT function on the output of said compensating means and then outputting discrete carrier data; and

estimating means for estimating the frequency offset of said received signal by using a pilot carrier among the discrete carrier data and then transmitting said first estimated frequency offset, acquired by adding said certain integer to the estimated frequency offset, to said compensating means.

Claim 5. A frequency error corrector according to claim 1, wherein said estimating means comprises:

a delayer for delaying the output of said transforming means by a certain amount of symbols;

a detector for detecting a pilot carrier from the discrete carrier data output by said transforming means by using a standard pilot carrier and then outputting a detect signal; and

a frequency offset estimator, controlled by said detect signal, for estimating the frequency offset by measuring the degree of interference between the pilot carrier output from said transforming means and the delayed pilot carrier output

from said delayer, and adding a certain integer to the estimated frequency offset, and then outputting said first estimated frequency offset.

Claim 8. A method for correcting the frequency error of a received signal transmitted by OFDM method, comprising the steps of:

(a) decimating the received signal by a certain integer and then outputting the decimated signal;

(b) selecting the decimated signal or the received signal depending on whether said received signal is a pilot carrier or not, and then outputting the selected signal;

(c) correcting the frequency error of the selected signal based on the first estimated frequency offset and then outputting the corrected signal;

(d) restoring a carrier by performing FFT function on said corrected signal and then outputting the restored carrier;

(e) detecting a pilot carrier with a standard pilot carrier by feedback inputting said restored signal, and generating a detect signal if detected; and

(f) estimating the frequency offset by measuring the amount of interference between the pilot carrier and the signal acquired by delaying said pilot carrier by a certain amount of time, and generating said first estimated frequency offset acquired by adding a certain integer to the estimated frequency offset.

<Explanation of Fig. 2>

210 : A/D converter

221 : Frequency Offset Estimation Range Attenuator

222 : Selector

223 : Frequency Offset Compensator

224 : Fast Fourier Transformer

225 : Symbol Delayer

226 : Pilot Carrier Detector

227 : Frequency Offset Estimator

230 : Equalizer

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

引用例の写し

(51) Int. Cl. H04B 1/16	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특1998-076494 1998년11월16일
(21) 출원번호	특1997-013216	
(22) 출원일자	1997년04월10일	
(71) 출원인	삼성전자 주식회사, 윤종웅 대한민국 442-373 경기도 수원시 팔달구 매탄동 416번지	
(72) 발명자	미현규 대한민국 442-373 경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416번지	
(74) 대리인	이영필 권석홀 윤창일	
(77) 심사청구	있음	
(54) 출원명	OFDM 전송 신호의 주파수 오류 정정기와 그 방법	

요약

OFDM 방식으로 전송되는 신호의 주파수 오류를 정정하는 정정기와 그 방법이 개시되어 있다. 본 발명의 정정기는 수신 신호의 주파수 오프셋 추정 범위를 감소시키기 위해서 소정의 정수로 파일럿 캐리어에 해당하는 수신 신호를 데시메이션하는 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기를 구비하여 항상 서브채널 간격의 정수배 이내의 주파수 오프셋을 검출할 수 있게 되어 주파수 오류의 추정을 가능케 함과 동시에 주파수 오프셋 보상기에서는 추정된 주파수 오프셋에 소정의 정수를 가산하여 수신 신호의 주파수 오프셋을 보상한다. 또한, 본 발명은 주파수 오프셋 추정시 고려되어지는 데이터의 개수도 전송시 이미 알고 있는 데이터인 파일럿 캐리어를 이용하여 계산하므로 계산량도 작아지고 주파수 동기화 기간도 짧아진다.

대표도

도2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 주파수 오류 정정기를 채용한 수신기의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 오류 정정기를 채용한 수신기의 블록도이다.

도 3은 도 2에 도시된 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기의 블록도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 직교 주파수 분할 다중화(Orthogonal Frequency Division Multiplexing:이하 OFDM라고 함) 전송 신호를 수신하는 수신기분야에 관한 것으로, 특히 주파수 오류 정정기 분야에 관한 것이다.

OFDM은 디지털 신호 전송에 있어서 다중 반송파 변조 방식의 일종으로서, 단일 캐리어 데이터 송신에서 사용하는 주파수 대역을 사용하면서 긴 심볼주기를 갖도록 병렬로 데이터를 다수의 서브 캐리어에 실어서 전송하는 방식이다. 즉, 데이터를 역고속 푸리에 변환(Inverse Fast Fourier Transform:IFFT)하여 송신하면 각 데이터들은 서로 직교인 캐리어에 실려 병렬로 전송되며, 이 전송되는 데이터를 수신시에는 고속 푸리에 변환(FFT)해서 캐리어를 복원하고 있다. 이 OFDM은 현재 지상파 고화질 텔레비전등에 이용되고 있다.

한편, OFDM 전송 방식은 채널 특성에 의하여 도플러 현상이 발생하거나 수신기의 동조기가 불안정할 경우, 송신 주파수와 수신 주파수의 동기화가 이루어지지 않는 현상이 발생하고, 이때 송신 주파수와 수신 주파수와의 차이를 주파수 오프셋(offset)이라고 한다. 이러한 주파수 오프셋은 수신 신호의 위상을 변화시켜 시스템의 복호성능을 감소시킨다.

다중 반송파를 사용하는 OFDM 전송 방식에서는 심볼의 검출이 각 서브채널별로 이루어지는 데, 주파수 오프셋이 발생할 경우 직교성이 유지되지 않아 인접 서브채널간의 간섭이 일어나게 된다. 특히 OFDM 전송 방식에서 서브채널의 수가 증가할수록 각 서브캐리어들이 정해진 대역내에 조밀하게 분포되어 작은 주파수 오프셋값도 인접 서브채널간에 있어서 간섭을 심하게 일으킬 수 있다. 그러므로, 주파수 오프셋의 보정은 시스템의 복호 성능을 결정하는 중요한 요소가 된다. 기존의 주파수 오프셋을 보정하기 위해 제안된 방식으로는 OFDM 전송 방식에서 보호 구간(guard interval)의 주기성을 이용하여 주파수 오프셋에 따른 특성을 구하고, 구한 특성을 근거로 하여 PLL(Phase Locked Loop)을 구동시켜 주파수 오류를 추정하는 방법과 이미 알고 있는 심볼열을 반복적으로 전송하여 주파수 오프셋값을 추정하는 방법이 있다. 후자 방법은 유효 심볼의 전송률을 저하시키는 단점이 있고, 전자와 후자 방법 모두는 주파수 오프셋의 값이 증가할수록 주파수 오류를 정정하는 능력이 급격하게 저하되고, 특히 서브채널 간격의 정수배가 넘는 오프셋이 발생했을 때 정확한 오프셋의 추정과 복원이 불가능하게 된다.

기존의 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 오류 정정기를 포함한 수신기의 일부 블록도는 도 1에 도시되어 있다. 도 1에 도시된 수신기는 OFDM 전송 방식으로 전송된 수신 신호(심볼)를 디지털 데이터로 변환하는 A/D 변환기(110), A/D 변환기(110)를 통해 출력되는 수신 신호의 주파수 오류를 정정하는 주파수 오류 정정기(120)와 주파수 오류 정정기(120)의 출력을 등화하는 등화기(130)를 포함하고 있다. 또한, 주파수 오류 정정기(120)는 A/D 변환기(110)의 출력과 주파수 오프셋을 송신해서 주파수 오프셋을 보정하는 주파수 오프셋 보상기(121), 주파수 오프셋 보상기(121)를 통해 출력되는 데이터를 FFT하여 이산 캐리어 데이터를 추출하는 고속 푸리에 변환기(122), 고속 푸리에 변환기(122)의 출력을 소정의 지연량(D)만큼 지연하는 심볼 지연기(123), 고속 푸리에 변환기(122)로부터 출력되는 n번째 심볼 데이터와 심볼 지연기(123)로부터 출력되는 n+D번째 심볼 데이터의 상호 간섭을 검출해서 MLE(Maximum Likelihood Estimation) 알고리즘을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하고, 추정된 주파수 오프셋(

)을 주파수 오프셋 보상기(121)로 인가하는 주파수 오프셋 추정기(124)로 되어 있다.

여기서, 주파수 오프셋 추정기(124)에서 주파수 오프셋 추정시 사용되는 MLE 알고리즘은 문헌 [1]에 개시되어 있다: [1] A Technique for Orthogonal Frequency Division Multiplexing Frequency Offset Correction, by Paul H. Moose, IEEE Transactions on Communications, Vol.42, No.10, pp 2908-2914, Oct. 1994.

상술한 도 1에 도시된 종래의 주파수 오류 정정기에서는 OFDM 송신 신호의 특성상 수신 심볼과 시간 지연된 심볼과의 간섭을 MLE 알고리즘을 적용해서 주파수 오프셋을 추정할 ± 1 한계(limits)가 통상 서브채널 간격의

1/2 이내에서만 가능하며, 주파수 오프셋의 크기가 서브채널 간격의 정수배 이상이면 주파수 오류 정정이 불가능하거나 복호 성능이 급격히 저하되는 문제점이 있었다 또한, 상술한 문헌 [1]에서는 주파수 오프셋 추정시 고려되는 심볼열이 모든 서브채널 캐리어 데이터이므로 계산량이 커지는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

상기한 문제점을 극복하기 위하여, 본 발명의 목적은 OFDM 전송 신호를 주파수 오프셋의 크기에 상관없이 주파수 오류를 정정할 수 있고 파일럿 캐리어만을 이용하여 주파수 오프셋을 추정함으로써 하드웨어량의 부담이 줄어드는 주파수 오류 정정기를 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 OFDM 전송 신호를 주파수 오프셋의 크기에 상관없이 주파수 오류를 정정할 수 있고 주파수 오프셋 추정시 고려되는 심볼로서 파일럿 캐리어를 이용하므로 계산량이 줄어드는 주파수 오류 정정 방법을 제공하는 데 있다.

상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 주파수 오류 정정기는 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식으로 전송되는 수신 신호의 주파수 오류를 정정하는 주파수 오류 정정기를 포함한 수신기에 있어서, 주파수 오류 정정기는 수신 신호의 주파수 오프셋 추정 범위를 감소시키기 위해서 소정의 정수로 수신 신호를 데시메이션해서 데시메이션된 신호를 출력하는 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기를 포함한다. 본 발명의 주파수 오프셋 보상기는 수신 신호의 주파수 오프셋을 제1 추정 주파수 오프셋을 근거로 하여 보상하고, 고속 푸리에 변환기는 주파수 오프셋 보상기의 출력을 FFT하여 이산 캐리어 데이터를 출력하고, 추정기는 이산 캐리어 데이터중 파일럿 캐리어를 이용하여 수신 신호의 주파수 오프셋을 추정하고 추정된 주파수 오프셋에 소정의 정수를 가산한 제1 추정 주파수 오프셋을 주파수 오프셋 보상기에 인가한다. 그리고, 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기는 수신 신호를 소정의 정수로 데시메이션하는 데시메이터를 포함하고, 추정기는 고속 푸리에 변환기의 출력을 소정의 심볼량만큼 지연하는 지연기, 고속 푸리에 변환기에서 출력되는 이산 캐리어 데이터로부터 기준 파일럿 캐리어를 이용하여 파일럿 캐리어를 검출해서 검출신호를 출력하는 파일럿 캐리어 검출기와 검출신호에 따라 동작되며, 고속 푸리에 변환기로부터 출력되는 파일럿 캐리어와 지연기로부터 출력되는 지연된 파일럿 캐리어와의 주파수 오프셋을 MLE를 이용하여 추정하고, 추정된 주파수 오프셋에 소정의 정수를 가산하여 제1 추정 주파수 오프셋을 출력하는 주파수 오프셋 추정기를 포함한다.

상기의 다른 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 주파수 오류 정정 방법은 직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식으로 전송되는 수신 신호의 주파수 오류를 정정하는 방법에 있어서 수신 신호를 소정의 정수로 데시메이션해서 데시메이션된 신호를 출력하는 단계를 포함한다. 또한 본 발명의 방법은 검출신호에 따라 수신 신호가 파일럿 캐리어이면 데시메이션된 신호를 선택하고, 그렇지 않으면 수신 신호를 선택해서 선택된 신호를 출력하는 단계, 선택된 신호를 제1 추정 주파수 오프셋에 근거하여 주파수 오류를 정정해서 정정된 신호를 출력하는 단계, 정정된 신호를 FFT해서 캐리어를 복원하여 복원된 캐리어를 출력하는 단계, 복원된 캐리어를 피드백 입력하여 기존 파일럿 캐리어를 이용하여 파일럿 캐리어가 검출되면 검출신호를 발생하는 단계와 파일럿 캐리어와 소정 시간 지연된 파일럿 캐리어와의 간섭량을 검출해서 주파수 오프셋을 추정하고, 추정된 주파수 오프셋에 소정의 정수를 가산한 제1 추정 주파수 오프셋을 발생하는 단계를 포함한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 의한 OFDM 전송 신호의 주파수 오류 정정기와 그 방법의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 주파수 오류 정정기(220)를 포함하고 있는 수신기의 일부 블록도이다. 도 2에 있어서, 주파수 오류 정정기(220)는 주파수 오프셋 추정 범위를 감쇠하는 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기(221), A/D 변환기(210)를 통해 수신되는 신호가 파일럿 캐리어인 경우 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기(221)의 출력을 선택하고, 그렇지 않으면 A/D 변환기(210)를 통해 수신되는 신호를 선택하는 선택기(222)와, 주파수 오프셋 보상기(223)의 출력을 FFT하여 이산 캐리어 데이터를 추출하여 등화기(230)에 출력하는 고속 푸리에 변환기(224)의 출력을 피드백 입력하여 소정의 심볼지연량(D)만큼 지연하는 심볼 지연기(225), 고속 푸리에 변환기(224)에서 출력되는 데이터로부터 파일럿 캐리어를 검출하여 검출신호를 출력하는 파일럿 캐리어 검출기(226)와, 이 검출신호에 따라 동작하며, 고속 푸리에 변환기(224)로부터 출력되는 파일럿 캐리어와 심볼 지연기(225)로부터 출력되는 지연된 파일럿 캐리어를 입력해서 MLE 알고리즘을 이용하여 주파수 오프셋을 추정하는 주파수 오프셋 추정기(227)와 선택기(210)에서 선택된 출력과 주파수 오프셋 추정기(227)에서 추정된 주파수 오프셋을 승산해서 주파수 오프셋을 보상하여 고속 푸리에 변환기(224)로 출력하는 주파수 오프셋 보상기(223)로 되어 있다.

여기서, 통상 OFDM 전송 신호를 수신하는 수신기는 도면에는 도시되어 있지 않지만 A/D 변환기(210)의 전단에 수신되는 반송파를 중간 주파수신호로 변환하는 튜너와 이 중간 주파수신호를 직각 진폭 복조(Quadrature Amplitude Demodulation)하여 다수의 캐리어를 복조하는 복조기가 구성된다.

이어서, 도 2에 도시된 주파수 오류 정정기(220)를 중심으로 설명하기로 한다.

)는 아래 수학적 식 1로 정의될 수 있다. 정정기(220)에 입력되는 수신 신호(r_n)

[수학적 식 1]

$$r_n = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=-K}^K A_k H_k e^{j2\pi n(\alpha + \omega)T_s} \quad n = 0, 1, \dots, 2N-1$$

는 k번째 서브채널에 대한 임펄스 응답이고, n은 심볼의 수 Δf , N은 서브채널의 수이고,

는 주파수 오프셋이다.

한편, 본 발명은 주파수 오프셋 추정 범위를 한정하는 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기(221)를 사용함으로써 실제 발생된 주파수 오프셋이 서브채널의 정수배 이상일 때 고속 푸리에 변환기(224)의 후단에 위치한 주파수 오프셋 추정기(227)에서 추정되는 데이터간의 주파수 오프셋이 정수배 이내로 해주는 역할을 한다. 따라서, 본 발명의 주파수 오프셋 추정기(227)는 상술한 문헌 [1]에 개시된 MLE 알고리즘 뿐만 아니라 주파수 추정 가능한 범위가 서브 채널 간격의

1/2 이내에서만 가능한 기존의 주파수 오프셋 추정 알고리즘이 모두 적용될 수 있다.

즉, 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기(221)의 상세 블록도는 도 3에 도시된 바와 같이, A/D 변환기(210)의 출력신호의 앨라이징(aliasing)을 제거하기 위해서 출력신호의 고주파수성분을 제거하는 저역여파기(242)와 저역여파기(242)의 출력을 소정의 정수(M)로 데시메이션하는 데시메이터(decimator:244)로 되어 있다.

이렇게 수신 신호가 주파수 오프셋 추정 범위 감쇠기(211)를 거치면, 고속 푸리에 변환기(224)로부터 출력되는 FFT된 데이터의 주파수 오류가 데시메이션량인 M배 만큼 줄어서 나타나므로 항상 서브채널 간격의 정수배 이내의 주파수 오프셋을 추정할 수 있게 되어 주파수 오류를 정정할 수 있다.

한편, 선택기(222)는 멀티플렉서로 구성될 수 있으며, A/D 변환기(210)로부터 출력되는 심볼들 중에서 일부 파일럿 캐리어 심볼만을 선택적으로 주파수 오프셋 보상기(223)에 출력한다. 즉, 파일럿 캐리어 검출기(226)에서 파일럿 캐리어를 검출하면 검출신호를 발생하고, 이 검출신호에 따라 선택기(222)는 주파수 오프셋 추정 범위(221)에서 정수(M)로 데시메이션된 파일럿 캐리어 심볼이 주파수 오프셋 보상기(223)에 출력된다. 부가적으로, 이러한 동작을 실시간으로 처리하기 위해서는 A/D 변환기(210)와 선택기(222) 사이에 심볼단위의 데이터 저장하는 버퍼가 구성될 수 있다.

고속 푸리에 변환기(224)는 주파수 오프셋 보상기(223)를 통해 출력되는 심볼 데이터를 FFT하여 이산 캐리어 데이터를 추출하여 등화기(230)에 출력함과 동시에 심볼 지연기(225) 및 파일럿 캐리어 검출기(226)에 출력한다. 심볼 지연기(225)는 고속 푸리에 변환기(224)의 출력을 소정의 심볼지연량(D)만큼 지연한다.

파일럿 캐리어 검출기(226)는 고속 푸리에 변환기(224)의 출력과 미리 저장된 기준 파일럿 캐리어와의 상관도를 검사하거나 비교를 통해서 고속 푸리에 변환기(224)의 출력이 파일럿 캐리어이면 검출신호를 주파수 오프셋 추정기(227)의 동작 제어 신호 및 선택기(222)의 선택제어신호로서 인가한다.

한편, 주파수 오류 추정 범위 감지기(221)를 사용한 본 발명의 주파수 오프셋 추정시에는 계산량을 줄이고, 주파수 동기화 속도를 높이기 위해서 주파수 오류 추정기(227)에서 고속 푸리에 변환기(224)의 출력 데이터들 중에서 이미 알고 있는 파일럿 캐리어만을 고려하여 MLE 알고리즘을 이용하여 주파수 오프셋을 추정한다. 즉, 본 발명에서 파일럿 캐리어를 이용하여 MLE 알고리즘에 주파수 오프셋을 추정하는 식은 아래 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[수학식 2]

$$\hat{f} = \frac{1}{2\pi(1 + \Delta/N)} \cdot \frac{\sum_{n=0}^{N-1} \text{Im}[Y_{210}^* Y_{110}]}{\sum_{n=0}^{N-1} \text{Re}[Y_{210}^* Y_{110}]}$$

여기서,

Δ

는 심볼간 간섭(ISI) 및 캐리어간 간섭(ICI)을 제거하기 위해 심볼들 사이에 삽입하는 작은 시간 간격(small time interval)은 지연량 D만큼 지연된 심볼을 말한다. 주파수 오프셋 추정시 파일럿 캐리어를 이용하지 않고 MLE 알고리즘을 이용하여 다르게 주파수 오프셋을 추정할 수도 있다.

한편, 주파수 오프셋 추정기(227)에서 파일럿 캐리어에 대한 주파수 오프셋이 추정되면 선택기(222)는 A/D 변환기(210)의 출력을 선택하고, 주파수 오프셋 보상기(223)는 A/D 변환기(210)로부터 출력되는 캐리어 심볼과 주파수 오프셋 추정기(227)에서 추정된 주파수 오프셋

$$\epsilon = -1/2\pi\Delta f \cdot N$$

에 M배를 더한 가산된 주파수 오프셋

$$\epsilon = -1/2\pi\Delta f \cdot N \cdot M$$

을 승산하여 A/D 변환기(210)로부터 출력되는 캐리어 심볼의 주파수 오프셋을 보상한다.

그러므로 본 발명은 주파수 오프셋 추정 범위 감지기(221)를 구비함으로써 주파수 오류는 항상 서브채널 간격의 정수배 이내의 주파수 오프셋을 검출할 수 있게 되어 주파수 오류의 추정을 가능케 함과 동시에 주파수 오프셋 보상기(223)에서는 추정된 주파수 오프셋에 M배를 더하여 가산된 주파수 오프셋을 이용하여 보상하면 된다.

도 2에서는 파일럿 캐리어 검출기(226)를 고속 푸리에 변환기(224)의 출력과 미리 저장된 기준 파일럿 캐리어와의 상관도 또는 비교에 의해 파일럿 캐리어를 검출하고 있으나, 파일럿 캐리어는 이미 알고 있는 데이터이므로 파일럿 캐리어 검출기(226)는 초기 동작시에만 파일럿 캐리어를 검출하는 동작을 행한 후 파일럿 캐리어 전송위치 정보를 메모리에 저장하여 파일럿 캐리어가 검출될 시점에서 검출신호를 발생하도록 구성되어 있을 수도 있다. 따라서, 본 발명은 주파수 오프셋 추정시 고려되어지는 데이터의 개수도 전송시 이미 알고 있는 데이터인 파일럿 캐리어를 이용하여 계산하므로 그 계산량도 줄이는 한편, 주파수 동기화 기간도 줄일 수 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은, 기존의 주파수 오류 정정시 오류의 추정범위가 서브채널 간격의 1/2 이내여야 가능한 반면, 주파수 오프셋의 크기에 상관없이 주파수 오프셋의 추정이 가능하고, 전송시 보내지는 파일럿 캐리어를 이용함으로써 계산량이 줄어들고 하드웨어의 복잡도가 줄어드는 효과가 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식으로 전송되는 수신 신호의 주파수 오류를 정정하는 주파수 오류 정정기를 포함한 수신기에 있어서, 상기 주파수 오류 정정기는,

상기 수신 신호의 주파수 오프셋 추정 범위를 감쇠시키기 위해서 소정의 정수로 상기 수신 신호를 데시메이션해서 데시메이션된 신호를 출력하는 감쇠수단;

상기 수신 신호의 주파수 오프셋을 제1 추정 주파수 오프셋을 근거로 하여 보상하는 보상수단;

상기 보상수단의 출력을 고속 푸리에 변환(FFT)하여 이산 캐리어 데이터를 출력하는 변환수단; 및

상기 이산 캐리어 데이터중 파일럿 캐리어를 이용하여 상기 수신 신호의 주파수 오프셋을 추정하고 추정된 주파수 오프셋에 상기 소정의 정수를 가산한 상기 제1 추정 주파수 오프셋을 상기 보상수단에 인가하는 추정수단을 포함함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 감쇠수단은

상기 수신 신호중 파일럿 캐리어를 소정의 정수로 데시메이션하는 데시메이터로 구성되는 것을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 감쇠수단은

상기 수신 신호의 얼라이징을 없애기 위해 상기 수신 신호를 저역여파하는 저역 여파기를 더 포함함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 보상수단은 상기 수신 신호와 상기 제1 추정 주파수 오프셋을 승산해서 상기 수신 신호의 주파수 오류를 정정함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 추정수단은

상기 변환수단의 출력을 소정의 심볼량만큼 지연하는 지연기;

상기 변환수단에서 출력되는 이산 캐리어 데이터로부터 기준 파일럿 캐리어를 이용하여 파일럿 캐리어를 검출해서 검출 신호를 출력하는 검출기; 및

상기 검출신호에 따라 동작되며, 상기 변환수단으로부터 출력되는 파일럿 캐리어와 상기 지연기로부터 출력되는 지연된 파일럿 캐리어와의 간섭 정도를 검출해서 주파수 오프셋을 추정하고, 추정된 주파수 오프셋에 소정의 정수를 가산하여 상기 제1 추정 주파수 오프셋을 출력하는 주파수 오프셋 추정기를 포함함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 검출신호에 따라 상기 수신 신호가 파일럿 캐리어이면 상기 감쇠수단의 출력을 상기 보상수단에 출력하고, 그렇지 않으면 상기 수신 신호를 상기 보상수단에 출력하는 선택기를 더 포함함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 7.

제5항에 있어서, 상기 추정수단은 검출된 파일럿 캐리어와 지연된 파일럿 캐리어와의 주파수 오프셋을 MLE(Maximum Likelihood Estimation)를 이용하여 추정함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정기.

청구항 8.

직교 주파수 분할 다중화(OFDM) 방식으로 전송되는 수신 신호의 주파수 오류를 정정하는 방법에 있어서:

(a) 수신 신호를 소정의 정수로 데시메이션해서 데시메이션된 신호를 출력하는 단계;

(b) 검출신호에 따라 상기 수신 신호가 파일럿 캐리어이면 데시메이션된 신호를 선택하고, 그렇지 않으면 상기 수신 신호를 선택해서 선택된 신호를 출력하는 단계;

(c) 상기 선택된 신호를 제1 추정 주파수 오프셋에 근거하여 주파수 오류를 정정해서 정정된 신호를 출력하는 단계;

(d) 상기 정정된 신호를 고속 푸리에 변환(FFT)해서 캐리어를 복원하여 복원된 캐리어를 출력하는 단계;

(e) 상기 복원된 캐리어를 피드백 입력하여 기준 파일럿 캐리어를 이용하여 파일럿 캐리어가 검출되면 상기 검출신호를 발생하는 단계; 및

(f) 상기 파일럿 캐리어와 소정 시간 지연된 파일럿 캐리어와의 간섭량을 검출해서 주파수 옵셋을 추정하고, 추정된 주파수 옵셋에 소정의 정수를 가산한 상기 제1 추정 주파수 옵셋을 발생하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정 방법.

청구항 9.

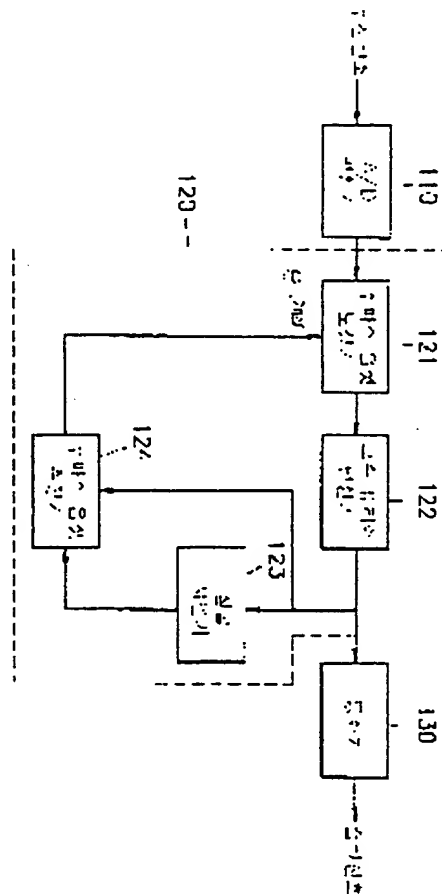
제8항에 있어서, 상기 (c)단계에서는 상기 선택된 신호와 상기 제1 추정 주파수 옵셋을 승산해서 상기 선택된 신호의 주파수 오류를 정정함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정 방법.

청구항 10.

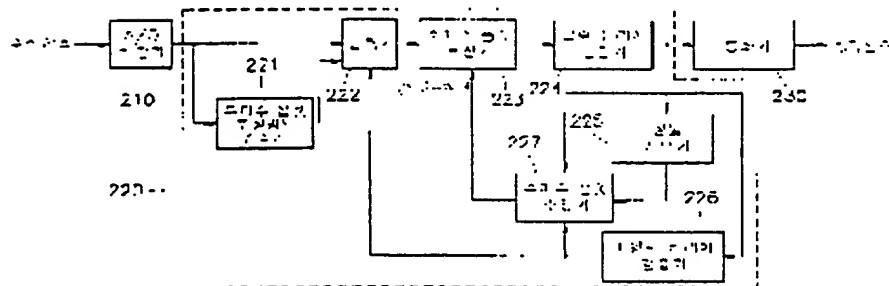
제8항에 있어서, 상기 (f)단계에서는 상기 파일럿 캐리어와 상기 지연된 파일럿 캐리어와의 주파수 옵셋을 MLE(Maximum Likelihood Estimation)알고리즘을 이용하여 검출함을 특징으로 하는 주파수 오류 정정 방법.

도면

도면 1



도면 2



도면 3

